

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Desarrollo de las Energías Marinas en Chile

El presente informe analiza las potencialidades y oportunidades que tiene Chile en materia de fuentes de energía de base marina, como las de mareas (mareomotriz) y de olas (undimotriz).

Se describen algunos ejemplos internacionales y los avances que ha mostrado el país en estas materias en los últimos años.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Contacto: Felipe Rivera Polo y Julio Vega, Departamento de Estudios, Extensión y Publicaciones, E-mail: frivera@bcn.cl - 13/03/2012, Anexo: 1779. Serie Informes Nº 14-12.

Tabla de Contenido

I. Presentación

Una de las fuentes de energía menos explorada, pero con mayores potencialidades en materia de generación eléctrica, es el mar. Así como el viento es una fuente inagotable de energía a través de su capacidad de mover aerogeneradores, el mar también puede mover enormes hélices por medio de sus corrientes, las cuales son capaces de proveer de enormes cantidades de energía limpia, con la ventaja respecto de la energía eólica, que esta se muestra muchos más estable y constante, es decir, los movimientos del agua son mucho más previsibles que los del viento, lo que se traduce en una generación de energía más segura y planificable.

En los últimos años la exploración y estudios acerca de la energía marina ha alcanzado un importante impulso, pues en un contexto de cambio climático, de agotamiento acelerado de las fuentes de energía no renovables y de mayores resquemores respecto a la seguridad de la energía nuclear —oposición que se ha acrecentado especialmente luego de los casos de Three Mile Island (EEUU, 1979), Chernobil (Ukrania, 1986) y Fukushima (Japón, 2011), por mencionar los tres mayores accidentes en plantas nucleoeléctricas—, emerge la necesidad de cambios profundos en la matriz energética mundial, que favorezca el desarrollo de proyectos generadores de energías limpias y renovables.

Chile no ha estado inmune a este tipo de reflexiones, pues el contexto de aumento de la demanda energía que muestra la industria nacional, en especial la minería, ha hecho aún más apremiante desarrollar una política energética que favorezca la diversificación de la matriz energética. Ante esto, el país ha implementado en los últimos años una nueva estrategia energética, que expresado en el desarrollo de una nueva política para el sector, ha buscado promover las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Independiente de las críticas que ha recibido esta estrategia —en especial de grupos ecologistas, por los bajos incentivos y porque se sigue privilegiando las energías convencionales—, marca un punto de inflexión en el modelo energético histórico que ha desarrollado Chile, el cual se basa preferentemente en la hidroelectricidad y en las termoeléctricas[1], estas últimas, además, se abastecen principalmente por importaciones de gas, carbón y petróleo, lo que evidencia la vulnerabilidad del sistema chileno.

El 28 de febrero recién pasado, el gobierno hizo pública su estrategia de desarrollo energético a través de un documento de 35 páginas llamado: Estrategia Nacional de Energía 2012 – 2030, Energía para el Futuro.[2] Talvez la principal debilidad de este documento es que confunde "energía en Chile" con "energía eléctrica". Esta última, de acuerdo con los datos de la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2009), sólo representa un 19,4% del consumo final de energía, sin considerar en la proyección y el análisis el 80% de las otras energías utilizadas en Chile.

En todo caso, el segundo eje destacado de este plan estratégico apunta al "desafío pendiente" que representa el despegue de las ERNC: "*En este contexto, a través de una serie de medidas, aspiramos como Gobierno a acelerar la incorporación de las ERNC a nuestra matriz de manera que éstas puedan alcanzar un mayor porcentaje de representación en la misma*".

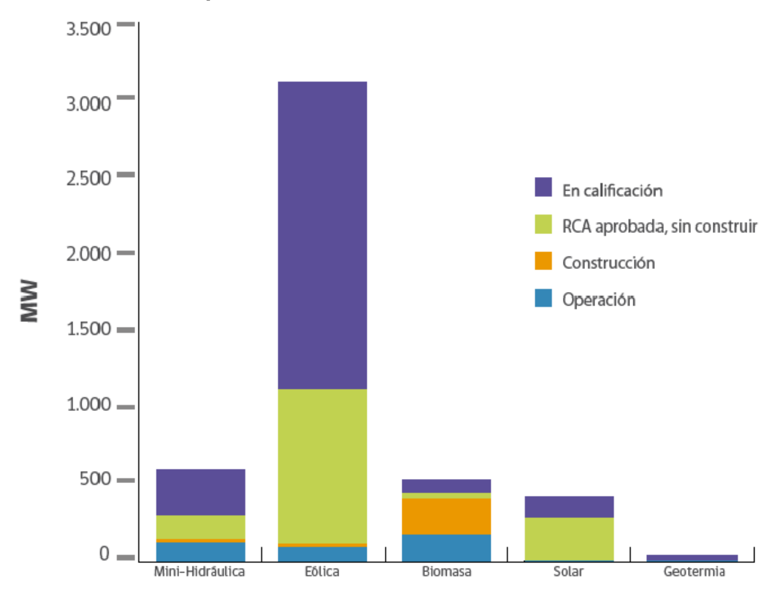
El gráfico extractado del documento muestra la magnitud de los proyectos de ERNC en trámite en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Se puede constatar que no existen proyectos en materia de energías marinas presentados a evaluación ambiental.

---

[1] Duffey, Annie; Natasha Marzolf y Pablo Ceppi (2010). "Instrumentos fiscales y no fiscales a las energías renovables en Chile". BID, Washington.

[2] http://www.minenergia.cl/estrategia-nacional-de-energia-2012.html

Figura 1. Proyectos de ERNC incorporados al Sistema de Evaluación Ambiental



Fuente: Estrategia Nacional de Energía 2012 – 2030, Energía para el Futuro, con datos del Centro de Energías Renovables.

Ante este escenario, la Comisión Nacional de Energía (CNE) y CORFO encargaron un primer estudio a la consultora inglesa Garrad Hassan & Partners, el que fue financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que analiza las efectivas posibilidades de desarrollar en el país la generación de proveniente de la fuerza del mar, el cual confirmó que Chile muestra una potencia única en el mundo que, *sólo en el caso de las olas*, puede generar 164,9 gigawatts (GW). Este recurso potencial supera en 12 veces la capacidad instalada de generación eléctrica del Sistema Interconectado Central (SIC).

Si a esto le sumamos la energía proveniente de mareas por efecto de las corrientes marinas, el mismo informe señala que el canal de Chacao y golfo del Corcovado, y el estrecho de Magallanes, tienen potenciales de generación de hasta 152 GW hora por año, deja en evidencia el enorme potencial que tiene el país en esta materia, la que de ser aprovechada daría una total independencia energética a Chile, la que además sería 100% renovable y limpia.

II. ¿Qué son las Energías Renovables no Convencionales y cuáles son las características de la energía marina?

Se denominan Energías Renovables No Convencionales (ERNC) a aquella "*energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables*"[3], las que adquieren esa condición por ser capaces de regenerarse naturalmente o por la inmensa cantidad de energía que contienen.

Dentro de las Energías Renovables No Convencionales que la literatura reconoce, están la hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica, la biomasa, los biocombustibles y la marina. En el caso de Chile, la legislación chilena a través de la Ley 20.257, establece que las ERNC son aquellas

[3] Casas, José Manuel; Francisco Gea; Esmeralda Javaloyes; Alberto Martín; José Pérez; Inmaculada Triguero y Francisco Vives (2008). "Educación Medioambiental". Editorial Club Universitario, España.

que incluyen como fuente de energía primaria a la biomasa, energía de los vientos, la energía hidráulica inferior a 20 MW, geotérmica, solar y de los mares[4].

Dentro de las energías marinas, se encuentran de varios tipos[5], pero dos son las que presentan un grado de desarrollo más importante, como son la energía que proviene de los cambios en las mareas (mareomotriz) y la que proviene de las olas (undimotriz).

La energía mareomotriz, en líneas gruesas, es la energía que se obtiene al aprovechar las variaciones en las mareas, es decir, las diferencias de altura media de los mares. Los lugares geográficos con mayores potencialidades en energía mareomotriz son aquellos dónde el agua del océano pasa periódicamente (en un ciclo de 24 horas) por un canal marino para acumular una gran marea en un espacio oceánico interior o semi-cerrado (por ejemplo en el Canal de la Mancha en el Mar del Norte) sin estorbar la navegación. En Chile esta situación se da en el Canal de Chacao y Golfo Corcovado al Norte y Sur de la Isla Grande de Chiloé y en el Estrecho de Magallanes.

Esta energía, aunque tiene impactos ambientales locales limitados, es considerada una fuente limpia, pues no genera residuos gaseosos, líquidos y sólidos; es totalmente renovable pues no se agota en su explotación, y presenta una regularidad que favorece la planificación de su aporte en las matrices energéticas.

Por su parte, la energía undimotriz, también llamada olamotriz, es la energía producida por el efecto del movimiento de las olas. Al igual que la mareomotriz es totalmente limpia, renovables y estable. No obstante, es menos conocida y extendida que otros tipos de energía marina, pues sus costos todavía son altos, no obstante existen experiencias en muchos países, como Portugal y España, entre otros.

III. Experiencia Internacional

El primer intento contemporáneo exitoso de puesta en marcha de una planta de generación de energía eléctrica por medio del mar, fue en 1967 en el río Rance en un estuario del Canal de la Mancha en Francia. Dicha planta mareomotriz produce al año 600 millones de kWh, cubriendo el 45% del consumo eléctrico de toda la Bretaña francesa. Lo interesante es que este proyecto, analizado desde un punto de vista netamente económico, fue que el coste del kWh resultó similar o, incluso, más barato que el de una central eléctrica convencional, sin considerar que ésta no produce emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, ni consume combustibles fósiles (y sus efectos de volatilidad en su precio), ni presenta los riesgos de las centrales nucleares.

En el caso de Escocia, han desarrollado una serie de iniciativas y experiencias pilotos para aprovechar tanto la energía de las mareas y olas, Actualmente el gobierno escocés ha asignado 1.200 MW en áreas de concesión para desarrollar ambas energías, lo que marca la apuesta del país del norte en su estrategia energética. Las experiencias pilotos en estas materias han mostrado resultados halagüeños, y ahora están comenzando a desarrollar la explotación comercial de estas energías.

En el caso de Portugal, otro de los países que lidera en energías marinas y donde su explotación comercial lleva ya algunos años, actualmente se ha desarrollado "*una nueva tecnología aparentemente promisoria, denominada Pelamis, (que) aprovechan los movimientos*

[4] Ley 20.257, disponible en: http://www.cne.cl/archivos_bajar/20_257_1.pdf

[5] Las otras energías marinas, pero de mucho menor relevancia en factibilidad de implementación a corto o mediano plazo, son la energía Maremotérmica (también conocida como *Ocean Thermal Energy Conversion*), la energía azul o de potencia osmótica (que cuenta con una planta en Harlingen, en Holanda), y la energía de Corrientes Marinas.

ascendentes y descendentes del agua de mar para mover un generador. En el año 2006, tres unidades Pelamis con una capacidad de 750 KW cada uno fueron instaladas, como un proyecto comercial, en el puerto de Peniche, Portugal”[6].

IV. Los avances en Chile

La incorporación de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) en la matriz eléctrica de Chile, “*se enmarca en el logro de diversos objetivos estratégicos de política entre los que destacan el aumento de la oferta energética, la seguridad energética y el cumplimiento de objetivos ambientales y de equidad*”[7]. Con este objetivo, el Gobierno de Chile ha impulsado una serie de cambios regulatorios e instrumentos de incentivo para promover el desarrollo de las ERNC, siendo su hito más relevante la aprobación en 2008 de la Ley 20.257 o Ley Corta III que establece una cuota mínima de ERNC en la matriz —5% desde el 2010 hasta llegar a un 10% el 2024—, además de otros instrumentos de apoyo y fomento a la investigación y otras etapas del proceso. El objetivo perseguido por la nueva política energética del Gobierno de Chile es “*convertir a la crisis actual en una oportunidad de lograr un desarrollo energético suficiente, eficiente, seguro, equitativo y sustentable*”[8].

En base a estas metas, la evolución del peso de las ERNC dentro del sistema energético chileno muestra, que ya en diciembre de 2008 el 2.7% de la capacidad instalada del sistema eléctrico nacional era provista por ERNC (básicamente biomasa y seguida en menor medida por mini-hidroelectricidad), la que evolucionó hacia el año 2009 con una participación del 4% en el Sistema Interconectado Central (SIC), aportando con más de 500 MW instalados. “*Asimismo, existen más de 1.700 MW de ERNC ingresados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), concentrados en un 79% en eólico, 16% en mini-hidráulico y 4% en biomasa. En la cartera de proyectos ERNC CORFO existen actualmente 211 iniciativas, en distintas fases de desarrollo, concentrados en energía eólica (42%), biomasa (37%) y biomasa (17%)* (sic)”[9].

Adicionalmente, ya en su programa de gobierno el Presidente Sebastián Piñera manifestó su apoyo al desarrollo de las ERNC y planteó que ellas debieran representar el 20% de la matriz eléctrica al año 2020[10].

Dentro de este modelo, las ERNC han adquirido un nuevo impulso, en especial ante las tensiones que provocan en la ciudadanía las instalaciones de grandes centrales hidroeléctricas y de termoeléctricas. Ello se ha visto graficado en los presupuestos de la nación, como bien señala el ex ministro de Energía Laurence Golborne, el cual planteó que “*el monto destinado al programa ERNC del Ministerio de Energía para el 2010 y 2011 es de $9.356 millones de pesos y que la Ley de Presupuestos año 2011 también contempla la creación de un fondo de 85 millones de dólares para las energías renovables no convencionales, ejecutable a partir del 2012*”[11].

La estrategia de desarrollo energético anunciada por el gobierno en el documento “*Estrategia Nacional de Energía 2012 – 2030, Energía para el Futuro*”; declara abiertamente la intención de

---

[6] http://www.cne.gov.cl/cnewww/opencms/03_Energias/Otros_Niveles/renovables_noconvencionales/Tipos_Energia/energia_mareomotriz.html

[7] Duffey, et al, Op. Cit.

[8] CNE 2008 “Política Energética: Nuevos Lineamientos” Comisión Nacional de Energía.

[9] Duffey, et al, Op. Cit.

[10] Programa de Energía Gobierno Sebastián Piñera, disponible en línea: http://pinera2010.cl/programa-de-gobierno/energia/2/

[11] http://www.revistaenfoque.cl/reportajes/item/177-energia-mareomotriz-en-chile-futuro-esplendor

priorizar entre uno de sus ejes, el impulso a las ERNC, pero no aborda en detalle las medidas concretas para impulsar dichas intenciones.

En el caso de las energía basada en fuentes marinas, el ex ministro también señala que "*la energía mareomotriz aún se encuentra en etapa de I+D*"[12]. Pero el informe de Garrad Hassan representa un primer paso de importantes proyecciones para analizar otras alternativas energéticas. Así, por ejemplo, dicho informe señala que para proyectos en base a olas, las zonas con mayores ventajadas son los puertos de Ventanas y San Antonio en la Región de Valparaíso; San Vicente y Coronel, en la Región del Biobío, además de Corral y Puerto Montt, en la Región de los Lagos, con capacidad estimada entre los 54 y los 85 GW hora por año. Para aprovechar las corrientes marinas, como antes se señaló, el informe posiciona al Canal de Chacao, al Golfo del Corcovado y el Estrecho de Magallanes, con potenciales de hasta 152 GW hora por año.

Para la determinación de estos lugares, el informe tomó en consideración la calidad del oleaje y las corrientes, además de evaluar "*el acceso a la red de electricidad nacional, perfil geológico de la zona, proximidad a un puerto, áreas de interés económico, científico o de conservación, concesiones marítimas y riesgos sísmicos, entre otros*"[13].

Actualmente el ministerio de Energía ha entrado en contacto con los centros que lideran el desarrollo tecnológico de fuentes energéticas de base marina, "*de manera de conocer su experiencia y anticiparnos a los requerimientos futuros del mercado local para el desarrollo comercial de estas tecnologías*"[14]. Por su parte, tanto CORFO como Conicyt han financiado iniciativas que promuevan estudios respecto de la factibilidad de implementar fuentes de energías marinas. De hecho, recientemente Conicyt adjudicó recursos para un proyecto de la empresa Hydrochile, que desarrollará un estudio de potencial de energía marina en el canal de Chacao, con mediciones directas y datos detallados.

Por otra parte, hay un grupo de ingenieros que lleva más de cuatro años trabajando en el proyecto Etymol que busca generar energía undimotriz, los cuales han analizado diversos lugares de dónde podrían sacar la energía y entre los lugares más óptimos para hacerlo está la bahía de San Vicente, en Talcahuano.

Por su parte, la Universidad Católica encabeza un proyecto que, gracias a financiamiento FONDEF, medirá el potencial energético del canal de Chacao -una de las mejores zonas del país para aprovechar las corrientes- durante tres años para hacer un mapa del fondo marino del canal. El objetivo es obtener una especie de radiografía que permita determinar los mejores lugares para instalar turbinas que sean productivas, además que no interrumpan las vías de navegación y las de paso de la fauna marina[15].

V. Conclusiones

Dentro de las recomendaciones que entrega este primer informe sobre las potencialidades en nuestro país de las energías basadas en el mar, se establece que, en materia de energía mareomotriz, "*dado el estado incipiente de la tecnología y el gran potencial encontrado, Chile podría jugar un papel decisivo y beneficiarse de una participación temprana y activa, inclusive con implicaciones de liderazgo a nivel internacional*"[16].

---

[12] Ibídem.

[13] http://www.ecoamerica.cl/sitio/index.php?area=2963

[14] http://www.mardechile.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=2401:empresas-extranjeras-interesadas-en-desarrollar-energia-a-partir-de-mareas-y-olas-en-chile-&catid=81:noticias-cientcas&Itemid=68

[15] http://www.evwind.com/noticias.php?id_not=8559

[16] Informe BID. "Preliminary site selection —Chilean marine energy resources". Disponible en línea en: http://www.cne.cl

Un segundo punto que resalta, es que "*en general la zona costera desde Valparaíso hacia el sur del país muestra el mejor resultado entre atributos y restricciones*"[17]. Descarta proyectos en las regiones de Magallanes y Aysen, en consideración a que la capacidad de la red eléctrica en estas zonas corresponde a menos del 1% del total nacional y, por lo tanto, en las condiciones actuales no es apta para la conexión de grandes cantidades de energía renovable no convencional (ERNC).

Por último, reconoce el informe que la experiencia a nivel internacional en la implementación y manejo de ERNC por parte de países líderes en el tema como Alemania y España ha mostrado a través de recientes estudios que "*el costo en el desarrollo de estas tecnologías es inferior a los beneficios netos a la sociedad en cuanto a seguridad energética, ahorros en los precios de la electricidad y efectos positivos en el medioambiente*"[18].

Lo que está claro, es que este tipo de desarrollos no llegan por sí solos ni por accidente, sino que son el fruto de una estrategia gubernamental que entregue incentivos a las empresas. Es decir, el gobierno debe ser capaz de unir a empresas de ingeniería con capacidad para construir este tipo de tecnologías, a las universidades, a los fabricantes de equipos y al sector distribuidor, de manera de facilitar el desarrollo de esta industria.

La única manera de ser un actor de primer nivel en materia de ERNC es que se decida a partir pronto, como fue el caso de España, el cual lo hizo ya hace 20 años con la energía eólica. Ellos invirtieron y el resultado de eso es que hoy es uno de los grandes productores de energía eólica. Como señaló la senadora Isabel Allende: "*Para iniciar esto son necesarios los subsidios a la inversión y luego los costos empiezan a bajar*".

Por su parte Nicolás Faúndez, del Centro de Energías Renovables de la Universidad Técnica Federico Santa María, plantea que "*las energías marinas están evolucionando y cada año son más los proyectos que en distintas partes del mundo se están conectando a la red. Además hay que considerar que este tipo de tecnologías posee Costos Medios menores que la energía fotovoltaica y, según predicciones de la IEA, al año 2030 alcanzarían precios competitivos con las demás tecnologías de ERNC*"[19]. Por ello resulta clave comenzar a generar experiencias pilotos en Chile, para de esta forma ir estableciendo de manera clara cuáles son las barreras que enfrentan estas tecnologías en términos de regulaciones, limitaciones institucionales, de capital humano y servicios conexos.

[17] Ibídem.

[18] Ibídem.

[19] http://www.dgc.usm.cl/2010/11/25/usm-fue-sede-del-1%C2%BA-seminario-de-energias-marinas-en-chile/